



日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 4月 2日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第095771号

出 願 人

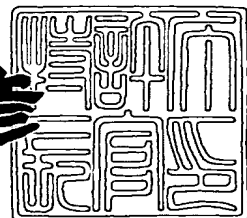
Applicant (s):

株式会社村田製作所

2000年 3月31日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3021544

【書類名】 特許願

【整理番号】 99381MR

【提出日】 平成11年 4月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05K 3/46

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田
 製作所内

 【氏名】 山本 高弘

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田
 製作所内

 【氏名】 小松 裕

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田
 製作所内

 【氏名】 森本 正士

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田
 製作所内

 【氏名】 鹿間 隆

【特許出願人】

 【識別番号】 000006231

 【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

 【識別番号】 100092071

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 西澤 均

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 043993

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 セラミックグリーンシートの加工方法及び加工装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

セラミックグリーンシートに複数個の貫通孔を形成するためのセラミックグリーンシートの加工方法であって、

レーザ光源から放射されたレーザビームを、回折格子を通過させて複数個のレーザビームに分光し、

分光されたレーザビームをセラミックグリーンシートに照射して、セラミックグリーンシートの所定の位置に複数個の貫通孔を同時に形成すること

を特徴とするセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 2】

セラミックグリーンシートを移動させながら、レーザビームを照射することを特徴とする請求項 1 記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 3】

セラミックグリーンシートを断続的に移動させながら、レーザビームを照射することを特徴とする請求項 1 記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 4】

前記レーザ光源から放射されるレーザビームが、パルス状のレーザビームであることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 5】

セラミックグリーンシートに複数個の貫通孔を形成するためのセラミックグリーンシートの加工方法であって、

パルス状のレーザビームを放射するレーザ光源と、レーザビームを複数個のレーザビームに分光する回折格子と、レーザビームを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラーと、ガルバノスキャンミラーにより反射されたレーザビームを個々に集光する集光レンズと、セラミックグリーンシートを所定の位置関係となるように配設し、

レーザ光源から放射されたパルス状のレーザビームを、前記回折格子を通過させて複数個のレーザビームに分光し、

分光されたパルス状のレーザビームをガルバノスキャンミラーで反射させてセラミックグリーンシートに照射し、セラミックグリーンシートの所定の位置に複数個の貫通孔を同時に形成した後、

ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザビームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返し、セラミックグリーンシートの異なる所定の位置に複数個の貫通孔を形成すること

を特徴とするセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 6】

セラミックグリーンシートに複数個の貫通孔を形成するためのセラミックグリーンシートの加工方法であって、

パルス状のレーザビームを放射するレーザ光源と、レーザビームを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラーと、レーザビームを複数個のレーザビームに分光する回折格子と、複数個に分光されたレーザビームを個々に集光する集光レンズと、セラミックグリーンシートを所定の位置関係となるように配設し、

レーザ光源から放射されたパルス状のレーザビームを、ガルバノスキャンミラーで反射させた後、

ガルバノスキャンミラーで反射されたレーザビームを、前記回折格子を通過させて複数個のレーザビームに分光し、

分光されたパルス状のレーザビームをセラミックグリーンシートに照射し、セラミックグリーンシートの所定の位置に複数個の貫通孔を同時に形成した後、

ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザビームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返し、セラミックグリーンシートの異なる所定の位置に複数個の貫通孔を形成すること

を特徴とするセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 7】

前記セラミックグリーンシートを移動させながら、パルス状のレーザビームの

照射を繰り返すことを特徴とする請求項 5 又は 6 記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 8】

前記回折格子が、レーザビームの透過率の高い材料を用いて形成されていることを特徴とする請求項 1～7 のいずれかに記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 9】

前記レーザ光源から放射されるレーザが、CO₂ レーザであることを特徴とする請求項 1～8 のいずれかに記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 10】

前記セラミックグリーンシートが、キャリアフィルムにより一面を支持されたキャリアフィルム付きセラミックグリーンシートであることを特徴とする請求項 1～9 のいずれかに記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 11】

セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、

セラミックグリーンシートを所定方向に移動させる移動手段と、

レーザ光源と、

前記レーザ光源から放射されたレーザビームを通過させて複数個のレーザビームに分光する回折格子と、

前記回折格子を通過し、複数個に分光されたレーザビームを個々に集光して、前記支持手段により支持されたセラミックグリーンシートに照射する集光レンズと

を具備することを特徴とするセラミックグリーンシートの加工装置。

【請求項 12】

セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、

レーザ光源と、

前記レーザ光源から放射されたレーザビームを通過させて複数個のレーザビームに分光する回折格子と、

前記回折格子を通過し、複数個に分光されたレーザビームを所定の反射角度で

反射させるガルバノスキャンミラーと、

前記ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させるガルバノスキャンミラー駆動手段と、

前記ガルバノスキャンミラーにより所定の反射角度で反射されたレーザビームを個々に集光して、前記支持手段により支持されたセラミックグリーンシートに照射する集光レンズと

を具備することを特徴とするセラミックグリーンシートの加工装置。

【請求項 1 3】

セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、

レーザ光源と、

前記レーザビームを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラーと、

前記ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させるガルバノスキャンミラー駆動手段と、

前記ガルバノスキャンミラーにより所定の反射角度で反射されたレーザビームを通過させて複数個のレーザビームに分光する回折格子と、

前記回折格子を通過し、複数個に分光されたレーザビームを個々に集光して、前記支持手段により支持されたセラミックグリーンシートに照射する集光レンズと

を具備することを特徴とするセラミックグリーンシートの加工装置。

【請求項 1 4】

セラミックグリーンシートを所定方向に移動させる移動手段を具備していることを特徴とする請求項 1 2 又は 1 3 記載のセラミックグリーンシートの加工装置

。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本願発明は、積層セラミック電子部品を製造する場合などに用いられるセラミックグリーンシートの加工方法及び加工装置に関し、詳しくは、セラミックグリーンシートに複数個の貫通孔（例えば、ビアホールやスルーホールなどとして機

能させるための穴)を形成するためのセラミックグリーンシートの加工方法及び加工装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

積層型コイル部品、積層基板、その他の種々の積層セラミック電子部品においては、通常、セラミック層を介して積層、配設された内部電極間(層間)の電氣的接続を、セラミックグリーンシートに形成されたビアホール(貫通孔)を介して行っている。

【0 0 0 3】

ところで、従来は、セラミックグリーンシートにビアホール(貫通孔)を形成するための加工方法として、金型とピンを用いてセラミックグリーンシートを打ち抜く方法が広く用いられている。

【0 0 0 4】

しかし、上記の打ち抜き加工方法の場合、

①金型やピンの寸法精度が、貫通孔の精度に大きな影響を与えるため、金型及びピンの寸法や形状の精度を高く保たなければならず、設備コストの増大が避けられない、

②金型やピンは高価であるにもかかわらず、寿命が短く、定期的な交換が必要であり、交換に手間がかかる、

③加工部分の形状が変わると金型やピンを交換することが必要になり、しかも、交換後に、金型とピンの精密な調整が必要となり、手間がかかる、

④貫通孔の寸法が小さくなるにつれて、加工精度(形状精度)が低下するというような問題点がある。

【0 0 0 5】

そこで、上記のような問題点を解消するために、レーザービームを用いて、直径が80 μm 程度の寸法の小さな貫通孔を、高い形状精度及び位置精度でセラミックグリーンシートの所定の位置に形成することが可能な方法(レーザー加工法)が提案され、その一部が実施されるに至っている。

【0 0 0 6】

しかし、従来のレーザービームを用いて加工する方法では、ガルバノスキャンミラーやセラミックグリーンシートを支持するテーブルを移動させることによりセラミックグリーンシートの異なる位置に順次加工を行う（貫通孔を形成する）方法がとられるが、レーザービームの発振周波数、ガルバノスキャンミラーのスキャン速度、テーブルの移動速度などが加工速度を律速し、加工速度の向上が制約されるという問題点がある。

【0007】

なお、このレーザー加工法を用いた場合の加工速度は、上述の金型とピンを用いる場合の加工速度に比べて著しく遅く、通常は、数分の一程度、場合によっては十分の一以下である。

【0008】

また、レーザー加工法において、加工速度を向上させることを目的として、YAGレーザーを用いて同時に複数個の貫通孔を形成する方法も提案されているが、この方法には、

①レーザービームを分岐する分岐器や、分岐器で分岐した後のレーザービームの伝送系での損失が大きく、レーザー発振器からのエネルギーの30～50%程度しか有効に利用できず、分光数を十分に増やせない、

②加工対象であるセラミックグリーンシートが、YAGレーザーの吸収率の低い組成のものである場合、YAGレーザービームの吸収材として、高価な材料を用いることが必要となるため、コストの増大を招く

というような問題点がある。

【0009】

また、YAGレーザーやCO₂レーザーを利用して、像転写の方法や、所定形状の透過部を有するマスクを使用する方法などにより、セラミックグリーンシートに複数の貫通孔を同時に形成する加工方法も提案されているが、これらの方法の場合にも、

①レーザー発振器からのエネルギーの10～30%程度しか有効に利用することができないため、同時に形成できる貫通孔の数を十分に多くすることができない

②結像面や像転写用のマスクがレーザービームにより損傷を受けやすく、高精度の加工を安定して行うことが困難である

というような問題点がある。

【 0 0 1 0 】

本願発明は、上記問題点を解決するものであり、セラミックグリーンシートに、複数個の貫通孔を効率よく形成することが可能なセラミックグリーンシートの加工方法及び加工装置を提供することを目的としている。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本願発明のセラミックグリーンシートの加工方法は、

セラミックグリーンシートに複数個の貫通孔を形成するためのセラミックグリーンシートの加工方法であって、

レーザー光源から放射されたレーザービームを、回折格子を通過させて複数個のレーザービームに分光し、

分光されたレーザービームをセラミックグリーンシートに照射して、セラミックグリーンシートの所定の位置に複数個の貫通孔を同時に形成すること

を特徴としている。

【 0 0 1 2 】

レーザー光源から放射されたレーザービームを、回折格子を通過させて複数個のレーザービームに分光し、分光されたレーザービームを、セラミックグリーンシートに照射することにより、セラミックグリーンシートに、複数個の貫通孔を効率よく形成することが可能になる。

【 0 0 1 3 】

なお、本願発明の方法において、「レーザービームを、回折格子を通過させて複数個のレーザービームに分光し……」とは、レーザービームを、加工対象物の照射面の形状（平面形状）が、形成すべき貫通孔の平面形状に対応するパターン形状となるように分光することを意味する概念であり、その具体的な形状に特別の制約はない。

【0014】

また、回折格子による分光の場合、レーザビームが回折格子を通過する際のエネルギーロスが少なく（従来の分岐器を用いて分岐する方法の場合には、例えば、分岐時の損失が50～70%程度まで達するのに対して、本発明の場合には、分光時の損失を約20%程度に抑えることが可能になる）、回折格子を通過させる際に、多数個のレーザビームに分光することにより、同時に多数個の貫通孔を形成することが可能になり、極めて効率よく所定の位置に、精度よく、多数個の貫通孔を形成することが可能になる。

【0015】

また、請求項2のセラミックグリーンシートの加工方法は、セラミックグリーンシートを移動させながら、レーザビームを照射することを特徴としている。

【0016】

セラミックグリーンシートを移動させながら、レーザビームを照射することにより、セラミックグリーンシートの異なる位置に、複数個の貫通孔を効率よく形成することが可能になる。

【0017】

また、請求項3のセラミックグリーンシートの加工方法は、セラミックグリーンシートを断続的に移動させながら、レーザビームを照射することを特徴としている。

【0018】

セラミックグリーンシートを断続的に移動させ、セラミックグリーンシートが静止しているタイミングでレーザビームを照射することにより、形状精度や位置精度の高い、複数個の貫通孔を効率よく形成することが可能になる。

【0019】

また、請求項4のセラミックグリーンシートの加工方法は、前記レーザ光源から放射されるレーザビームが、パルス状のレーザビームであることを特徴としている。

【0020】

パルス状のレーザビームを照射することにより、セラミックグリーンシートを

連続的に移動させながらレーザービームを照射した場合にも、形状精度や位置精度の高い、複数個の貫通孔を効率よく形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 5 のセラミックグリーンシートの加工方法は、

セラミックグリーンシートに複数個の貫通孔を形成するためのセラミックグリーンシートの加工方法であって、

パルス状のレーザービームを放射するレーザー光源と、レーザービームを複数個のレーザービームに分光する回折格子と、レーザービームを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラーと、ガルバノスキャンミラーにより反射されたレーザービームを個々に集光する集光レンズと、セラミックグリーンシートを所定の位置関係となるように配設し、

レーザー光源から放射されたパルス状のレーザービームを、前記回折格子を通過させて複数個のレーザービームに分光し、

分光されたパルス状のレーザービームをガルバノスキャンミラーで反射させてセラミックグリーンシートに照射し、セラミックグリーンシートの所定の位置に複数個の貫通孔を同時に形成した後、

ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザービームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返し、セラミックグリーンシートの異なる所定の位置に複数個の貫通孔を形成すること

を特徴としている。

【 0 0 2 2 】

ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザービームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すことにより、セラミックグリーンシートの所定の領域では、セラミックグリーンシートを移動させることなく、複数の位置で、複数個の貫通孔を形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【 0 0 2 3 】

また、請求項 6 のセラミックグリーンシートの加工方法は、

セラミックグリーンシートに複数個の貫通孔を形成するためのセラミックグリーンシートの加工方法であって、

パルス状のレーザービームを放射するレーザー光源と、レーザービームを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラーと、レーザービームを複数個のレーザービームに分光する回折格子と、複数個に分光されたレーザービームを個々に集光する集光レンズと、セラミックグリーンシートを所定の位置関係となるように配設し、

レーザー光源から放射されたパルス状のレーザービームを、ガルバノスキャンミラーで反射させた後、

ガルバノスキャンミラーで反射されたレーザービームを、前記回折格子を通過させて複数個のレーザービームに分光し、

分光されたパルス状のレーザービームをセラミックグリーンシートに照射し、セラミックグリーンシートの所定の位置に複数個の貫通孔を同時に形成した後、

ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザービームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返し、セラミックグリーンシートの異なる所定の位置に複数個の貫通孔を形成すること

を特徴としている。

【 0 0 2 4 】

上記請求項 5 のセラミックグリーンシートの加工方法では、レーザービームを回折格子を通過させて複数個のレーザービームに分光した後、分光されたレーザービームを、ガルバノスキャンミラーで反射させてセラミックグリーンシートに照射するようにしているが、この請求項 6 のように、レーザービームをガルバノスキャンミラーで反射させた後、回折格子を通過させて複数個のレーザービームに分光するように構成することも可能であり、その場合にも、上記請求項 5 の構成の場合と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 2 5 】

また、請求項 7 のセラミックグリーンシートの加工方法は、前記セラミックグリーンシートを移動させながら、パルス状のレーザービームの照射を繰り返すことを特徴としている。

【 0 0 2 6 】

上記請求項 5 及び 6 においては、ガルバノスキャンミラーにより反射角度を変化させて、レーザービームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すようにしているが、セラミックグリーンシートを移動させることにより、位置的な制約なしに広い領域で、セラミックグリーンシートの任意の位置に複数個の貫通孔を確実に形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【 0 0 2 7 】

また、請求項 8 のセラミックグリーンシートの加工方法は、前記回折格子が、レーザービームの透過率の高い材料を用いて形成されていることを特徴としている。

【 0 0 2 8 】

光学系、特に、回折格子に、レーザービームの透過率の高い材料を用いることにより、エネルギー効率を向上させることが可能になり、セラミックグリーンシートに複数個の貫通孔を効率よく形成することが可能になる。

【 0 0 2 9 】

また、請求項 9 のセラミックグリーンシートの加工方法は、前記レーザー光源から放射されるレーザーが、CO₂ レーザであることを特徴としている。

【 0 0 3 0 】

CO₂ レーザは、セラミックグリーンシートを構成するセラミック自体による吸収率が低く、セラミック自体の変質などによる特性のばらつきを防止することが可能であるため、本願発明のセラミックグリーンシートの加工方法に用いるのに好適である。

【 0 0 3 1 】

なお、CO₂ レーザは、上述のように、セラミックグリーンシートを構成するセラミック自体には吸収されにくい、セラミックグリーンシートを構成するバインダなどに、CO₂ レーザの吸収率の高い物質を配合しておくことにより、CO₂ レーザを用いた場合にも、効率よくセラミックグリーンシートの加工（除去）を行うことが可能になる。

【 0 0 3 2 】

また、請求項 1 0 のセラミックグリーンシートの加工方法は、前記セラミックグリーンシートが、キャリアフィルムで一面を支持されたキャリアフィルム付きセラミックグリーンシートであることを特徴としている。

【 0 0 3 3 】

本願発明は、キャリアフィルム（通常は樹脂フィルム）で一面を支持されたキャリアフィルム付きセラミックグリーンシートを加工する場合にも適用することが可能である。キャリアフィルム付きセラミックグリーンシートを加工するようにした場合、キャリアフィルムに支持された状態で、セラミックグリーンシートを取り扱うことが可能になるため、セラミックグリーンシートの変形や歪みの発生を抑制して、貫通孔の寸法精度や位置精度を向上させることが可能になる。

【 0 0 3 4 】

また、請求項 1 1 のセラミックグリーンシートの加工装置は、
セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、
セラミックグリーンシートを所定方向に移動させる移動手段と、
レーザ光源と、

前記レーザ光源から放射されたレーザビームを通過させて複数個のレーザビームに分光する回折格子と、

前記回折格子を通過し、複数個に分光されたレーザビームを個々に集光して、
前記支持手段により支持されたセラミックグリーンシートに照射する集光レンズ
と

を具備することを特徴としている。

【 0 0 3 5 】

セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、セラミックグリーンシートを所定方向に移動させる移動手段と、レーザ光源と、レーザビームを通過させて複数個のレーザビームに分光する回折格子と、複数個に分光されたレーザビームを個々に集光してセラミックグリーンシートに照射する集光レンズとを備えた加工装置を用いることにより、上述の本願発明の加工方法を確実に実施して、セラミックグリーンシートを効率よく加工して、複数個の貫通孔を形成することが可

能になる。

【 0 0 3 6 】

なお、セラミックグリーンシートを所定方向に移動させる移動手段としては、セラミックグリーンシートを支持する支持手段を所定方向に移動させることにより、セラミックグリーンシートを移動させるように構成されたものや、セラミックグリーンシートを直接移動させるように構成されたものなど、種々の構成のものを用いることも可能である。

【 0 0 3 7 】

また、請求項 1 2 のセラミックグリーンシートの加工装置は、

セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、

レーザ光源と、

前記レーザ光源から放射されたレーザビームを通過させて複数個のレーザビームに分光する回折格子と、

前記回折格子を通過し、複数個に分光されたレーザビームを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラーと、

前記ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させるガルバノスキャンミラー駆動手段と、

前記ガルバノスキャンミラーにより所定の反射角度で反射されたレーザビームを個々に集光して、前記支持手段により支持されたセラミックグリーンシートに照射する集光レンズと

を具備することを特徴としている。

【 0 0 3 8 】

回折格子を通過して分光されたレーザビームを、ガルバノスキャンミラーで反射させてセラミックグリーンシートに照射するとともに、ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザビームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すことにより、セラミックグリーンシートの所定の領域では、セラミックグリーンシートを移動させることなく、複数の位置で、複数個の貫通孔を形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【 0 0 3 9 】

また、請求項 1 3 のセラミックグリーンシートの加工装置は、
セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、
レーザ光源と、
前記レーザビームを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラーと、
前記ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させるガルバノスキャンミラー
駆動手段と、
前記ガルバノスキャンミラーにより所定の反射角度で反射されたレーザビーム
を通過させて複数個のレーザビームに分光する回折格子と、
前記回折格子を通過し、複数個に分光されたレーザビームを個々に集光して、
前記支持手段により支持されたセラミックグリーンシートに照射する集光レンズ
と
を具備することを特徴としている。

【 0 0 4 0 】

ガルバノスキャンミラーにより所定の反射角度で反射されたレーザビームをセラミックグリーンシートに照射するとともに、ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザビームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すようにした場合にも、セラミックグリーンシートの所定の領域では、セラミックグリーンシートを移動させることなく、複数の位置で、複数個の貫通孔を形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【 0 0 4 1 】

また、請求項 1 4 のセラミックグリーンシートの加工装置は、セラミックグリーンシートを所定方向に移動させる移動手段を具備していることを特徴としている。

【 0 0 4 2 】

上記請求項 1 2，及び 1 3 の加工装置においては、ガルバノスキャンミラーにより反射角度を変化させて、レーザビームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すようにしているが、請求項 1 4 のように、セラミックグリーンシートを移動させることにより、位置的な制約なしに広い領域で、セラミックグリーンシートの任意の位置に、複数個の貫通孔を確実に形成することが可能になり、本

願發明をより実効あらしめることができる。

【 0 0 4 3 】

【發明の実施の形態】

以下、本願發明の実施の形態を示してその特徴とするところをさらに詳しく説明する。

【 0 0 4 4 】

〔実施形態 1〕

図 1 は、本願發明の一実施形態にかかるセラミックグリーンシートの加工装置の概略構成を示す図である。また、図 2 は図 1 の加工装置を用いて貫通孔を形成したセラミックグリーンシートを示す図である。

【 0 0 4 5 】

この実施形態では、例えば、積層型コイル部品の製造に用いられるセラミックグリーンシートを加工して、図 2 に示すように、平面形状が円形の貫通孔 1 5 を形成する場合を例にとって説明する。なお、上記貫通孔 1 5 は、製品（積層型コイル部品）においてピアホールとして機能することになるものである。

【 0 0 4 6 】

この実施形態で用いた加工装置は、図 1 に示すように、セラミックグリーンシート 1 0 を支持するとともに、所定の方向にセラミックグリーンシート 1 0 を移動させることができるように構成された支持手段（この実施形態では X Y テーブル） 1 1 と、レーザ光源 1 と、レーザ光源 1 から放射されたレーザビーム 2 を通過させて、セラミックグリーンシート 1 0 に形成すべき貫通孔 1 5（図 2）の形状に対応する形状を有する複数個のレーザビームに分光する回折格子 3 と、回折格子 3 を通過し、分光されたレーザビーム 2 を所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラー 4 と、ガルバノスキャンミラー 4 により所定の反射角度で反射されたレーザビーム 2 を個々に集光する集光レンズ 5 とを備えており、集光レンズ 5 を通過して集光されたレーザビームが、X Y テーブル 1 1 上のセラミックグリーンシート 1 0 に照射されるように構成されている。

【 0 0 4 7 】

この加工装置は、さらに、レーザ光源 1 を駆動するレーザ光源駆動手段 6、ガ

ルバノスキャンミラー 4 の反射角度を変化させるガルバノスキャンミラー駆動手段 7 と、XY テーブル 1 1 を所定の方向に移動させて、その上に支持されたセラミックグリーンシート 1 0 を所定の方向に移動させるためのテーブル駆動手段（移動手段）1 2 とを備えている。

【0 0 4 8】

また、この加工装置においては、レーザ光源 1 として、パルス幅の短い CO_2 レーザを放射するレーザ光源が用いられている。また、回折格子 3、ガルバノスキャンミラー 4、及び集光レンズ 5 には、 CO_2 レーザの吸収が少ない ZnSe が用いられている。

【0 0 4 9】

なお、この加工装置において、回折格子 3 は、レーザビーム 2 を、平面形状（照射面の形状）が略円形になるように、複数個に分光することができるよう構成されている。

【0 0 5 0】

次に、上記のように構成されたセラミックグリーンシートの加工装置を用いて、セラミックグリーンシートに貫通孔を形成する方法について説明する。

【0 0 5 1】

①まず、 NiCuZn フェライトを主成分とするセラミックに酢酸ビニル系バインダを添加し、ボールミルで 1 7 時間混合した後、ドクターブレード法によりシート状に成形した、厚さ $50\ \mu\text{m}$ のセラミックグリーンシート 1 0 を、支持手段 1 1 上に載置する。

②そして、定格出力 3 0 0 W の穴あけ用の CO_2 レーザ発生装置のレーザ光源 1 から放射されたパルス状のレーザビーム 2 を、回折格子 3 を通過させて、セラミックグリーンシート 1 0 に形成すべき貫通孔 1 5（図 2）の形状に対応する形状を有する複数個（ここでは、縦 5 個×横 5 個の 2 5 分割）のレーザビームに分光する。なお、本願発明によれば、例えば、縦 3 個×横 3 個の 9 分割、縦 7 個×横 7 個の 4 9 分割など、レーザビームを種々の態様で分割することが可能である。

③それから、分光されたパルス状のレーザビーム 2 を、ガルバノスキャンミラ

ー4で反射させてセラミックグリーンシート10に照射し、セラミックグリーンシート10の所定の位置を除去して、複数の貫通孔15（図2）を形成する。なお、ここでは、直径が $50\mu\text{m}$ の平面形状が円形の貫通孔15を形成した。また、貫通孔15の加工ピッチは、 $1.2\text{mm}\times 0.6\text{mm}$ とした。

また、レーザービーム2としては、発振周波数 $=1\text{kHz}$ 、パルス幅 $=50\mu\text{S}$ （マイクロ秒）、パルスエネルギー $=1\text{mJ}$ の条件のものを用いた。

④それからさらに、ガルバノスキャンミラー4の反射角度を変化させて、レーザービーム2のセラミックグリーンシート10への照射を繰り返し、セラミックグリーンシート10の異なる所定の位置に貫通孔15（図2）を形成する。

⑤そして、④の、ガルバノスキャンミラー4の反射角度を変化させてレーザービーム2をセラミックグリーンシート10に照射する工程を繰り返し、セラミックグリーンシート10の所定の領域（ガルバノスキャンミラーの反射角度を変えることにより、異なる位置に貫通孔15を形成することができる領域）のすべてに貫通孔15を形成した後、XYテーブル11を所定量だけ移動させ、前記②～④の工程を繰り返して、セラミックグリーンシート10の全体の所定の位置に複数の貫通孔15を形成する。

【0052】

この実施形態の加工装置及び加工方法によれば、回折格子3を通過させて、複数の分光したレーザービーム2を、セラミックグリーンシート10に照射することにより、セラミックグリーンシート10に複数の貫通孔15（図2）を同時に形成するようにしているので、マスクを用いる必要がなく、高いエネルギー効率で、セラミックグリーンシート10の所定の位置に効率よく複数の貫通孔15を形成することができる。

【0053】

なお、従来の金型とピンを用いる方法、従来の分岐器を用いるレーザー加工法、及び上記実施形態の方法における、貫通孔の最小寸法（直径）、加工位置精度、及び加工速度を表1に示す。

【0054】

【表 1】

	従来の金型とピン による加工方法	従来のレーザを 用いた加工方法	実施形態 1 の 加工方法
形成可能な貫通孔 の最小寸法 (μm)	1 0 0	2 5	2 5
加工位置精度 (μm)	5 0	2 0	2 0
加工速度 (個/秒)	5 0 0 0	4 0 0	7 0 0 0

【 0 0 5 5 】

表 1 より、上記実施形態の加工方法（加工装置）によれば、従来の金型とピンによる加工方法に比べて、微細で均一な貫通孔を高精度で、しかも、大きな加工速度で形成できることがわかる。また、従来の分岐器を用いたレーザ加工法の場合には、加工速度が 4 0 0 個/秒であるのに比べて、上記実施形態の加工方法の場合、加工速度が 7 0 0 0 個/秒と著しく加工速度が向上していることがわかる。

【 0 0 5 6 】

なお、上記実施形態では、平面形状が円形の貫通孔を形成する場合を例にとって説明したが、本願発明において、貫通孔の形状に特別の制約はなく、方形、方形以外の多角形、楕円形など、回折格子の設計パターンを変更することにより、種々の形状の貫通孔を形成することができる。

【 0 0 5 7 】

また、上記実施形態では、積層型コイル部品の製造に用いられるセラミックグリーンシートに貫通孔を形成する場合を例にとって説明したが、本願発明は、貫通孔を形成すべきセラミックグリーンシートの種類や用途に特別の制約はなく、例えば、積層基板などに用いられるセラミックグリーンシートにビアホール用の貫通孔を形成する場合などに広く適用することが可能である。

【 0 0 5 8 】

また、上記実施形態では、 CO_2 レーザを用いているが、本願発明においては、他種類のレーザを用いることも可能である。

【 0 0 5 9 】

また、上記実施形態では、パルス状のレーザビームを用いているが、場合によっては、パルス状のレーザビーム以外のレーザビームを用いることも可能である。

【 0 0 6 0 】

また、上記実施形態では、セラミックグリーンシートを直接 X Y テーブル（支持手段）に載置して加工するようにしているが、キャリアフィルム上に支持されたセラミックグリーンシートをキャリアフィルムごと支持手段に載置して加工することも可能である。なお、キャリアフィルム付きセラミックグリーンシートを加工するようにした場合、キャリアフィルムに支持された状態で、セラミックグリーンシートを取り扱うことができるため、セラミックグリーンシートの変形や歪みの発生を抑制して、貫通孔の寸法精度や位置精度を向上させることが可能になる。

【 0 0 6 1 】

〔実施形態 2〕

図 3 は、本願発明の他の実施形態にかかるセラミックグリーンシートの加工装置の概略構成を示す図である。

【 0 0 6 2 】

この実施形態の加工装置は、レーザビーム 2 が、先にガルバノスキャンミラー 4 で反射された後、回折格子 3 を通過して複数のレーザビームに分光されるように構成されている。

【 0 0 6 3 】

この実施形態 2 の加工装置は、回折格子 3 をガルバノスキャンミラー 4 と集光レンズ 5 の間に配設した点を除いては、上記実施形態 1 で用いた加工装置と同様に構成されており、また、かかる加工装置を用いてセラミックグリーンシートを加工する場合の加工方法も同様であることから、上記実施形態 1 の相当部分の説明を援用して、ここではその説明を省略する。なお、図 3 において、図 1 と同一符号を付した部分は、同一又は相当部分を示している。

この図 3 の加工装置を用いてセラミックグリーンシートを加工した場合にも、

上記実施形態 1 の場合と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 6 4 】

なお、本願発明は、上記の実施形態 1，2 によって限定されるものではなく、発明の要旨の範囲内において、種々の応用、変形を加えることが可能である。

【 0 0 6 5 】

【発明の効果】

上述のように、本願発明（請求項 1）のセラミックグリーンシートの加工方法は、レーザビームを、回折格子を通過させて複数個に分光した後、分光されたレーザビームをセラミックグリーンシートに照射するようにしているので、セラミックグリーンシートに、複数個の貫通孔を効率よく形成することが可能になる。

【 0 0 6 6 】

また、回折格子による分光の場合、レーザビームが回折格子を通過する際のエネルギーロスが少ないため、回折格子を通過させる際に、多数個のレーザビームに分光することにより、同時に多数個の貫通孔を形成することが可能になり、極めて効率よく所定の位置に、精度よく、多数個の貫通孔を形成することが可能になる。

【 0 0 6 7 】

また、請求項 2 のセラミックグリーンシートの加工方法のように、セラミックグリーンシートを移動させながら、レーザビームを照射するようにした場合、セラミックグリーンシートの異なる位置に、複数個の貫通孔を効率よく形成することが可能になる。

【 0 0 6 8 】

また、請求項 3 のセラミックグリーンシートの加工方法のように、セラミックグリーンシートを断続的に移動させ、セラミックグリーンシートが静止しているタイミングでレーザビームを照射するようにした場合、形状精度や位置精度の高い、複数個の貫通孔を効率よく形成することが可能になる。

【 0 0 6 9 】

また、請求項 4 のセラミックグリーンシートの加工方法のように、パルス状のレーザビームを照射するようにした場合、形状精度や位置精度の高い、複数個の

貫通孔を効率よく形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【0070】

また、請求項5のセラミックグリーンシートの加工方法のように、ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザビームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すようにした場合、セラミックグリーンシートの所定の領域では、セラミックグリーンシートを移動させることなく、複数の位置で、複数の貫通孔を形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【0071】

また、請求項6のセラミックグリーンシートの加工方法のように、ガルバノスキャンミラーで反射されたレーザビームを、回折格子を通過させて複数のレーザビームに分光して、セラミックグリーンシートに照射するようにした場合にも、上記請求項5の構成の場合と同様の効果を得ることができる。

【0072】

また、ガルバノスキャンミラーにより反射角度を変化させて、レーザビームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返して、複数の位置に貫通孔を形成することができるようにしている場合においても、請求項7のように、セラミックグリーンシートを移動可能とすることにより、位置的な制約なしに広い領域で、セラミックグリーンシートの任意の位置に、複数の貫通孔を確実に形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【0073】

また、請求項8のセラミックグリーンシートの加工方法のように、光学系、特に、回折格子に、レーザビームの透過率の高い材料を用いた場合、エネルギー効率を向上させることが可能になり、セラミックグリーンシートに複数の貫通孔を効率よく形成することが可能になる。

【0074】

また、請求項9のセラミックグリーンシートの加工方法のように、レーザとして、CO₂レーザを用いた場合、セラミックグリーンシートを構成するセラミッ

ク自体による吸収が少ないため、セラミック自体の変質などによる特性のばらつきを防止することが可能になる。

【0075】

また、請求項10のセラミックグリーンシートの加工方法のように、本願発明は、キャリアフィルム（通常は樹脂フィルム）で一面を支持されたキャリアフィルム付きセラミックグリーンシートを加工する場合にも適用することが可能であり、その場合、キャリアフィルムに支持された状態で、セラミックグリーンシートを取り扱うことができるため、セラミックグリーンシートの変形や歪みの発生を抑制して、寸法精度や位置精度の高い貫通孔を確実に形成することが可能になる。

【0076】

また、本願発明（請求項11）のセラミックグリーンシートの加工装置は、セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、セラミックグリーンシートを所定方向に移動させる移動手段と、レーザ光源と、レーザビームを通過させて複数個のレーザビームに分光する回折格子と、複数個に分光されたレーザビームを個々に集光してセラミックグリーンシートに照射する集光レンズとを備えた構成を有しており、かかる加工装置を用いることにより、本願発明の加工方法を確実に実施して、セラミックグリーンシートを効率よく加工し、複数個の貫通孔を形成することが可能になる。

【0077】

また、請求項12及び13のセラミックグリーンシートの加工装置は、ガルバノスキャンミラーを備えているので、ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、回折格子を通過して分光されたレーザビームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すことにより、セラミックグリーンシートの所定の領域では、セラミックグリーンシートを移動させることなく、複数の位置で、複数個の貫通孔を形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【0078】

また、上記請求項12、及び13の加工装置においては、ガルバノスキャンミ

ラーにより反射角度を変化させて、レーザービームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すようにしているが、請求項 1 4 のように、セラミックグリーンシートを移動させることにより、位置的な制約なしに広い領域で、セラミックグリーンシートの任意の位置に、複数の貫通孔を確実に形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本願発明の一実施形態（実施形態 1）にかかるセラミックグリーンシートの加工装置の概略構成を示す図である。

【図 2】

本願発明の一実施形態（実施形態 1）において、図 1 の加工装置を用いてセラミックグリーンシートを加工することにより貫通孔を形成したセラミックグリーンシートを示す図である。

【図 3】

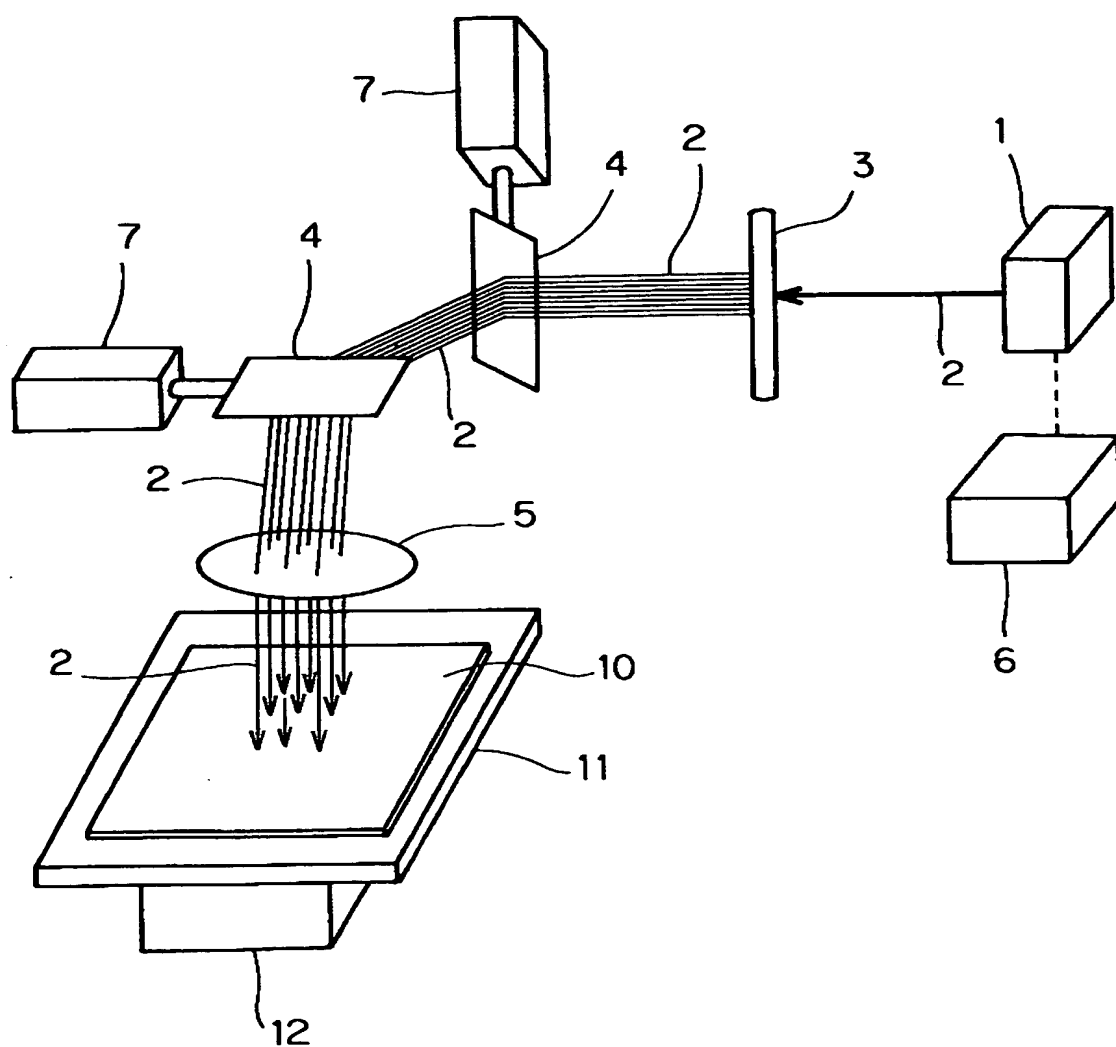
本願発明の他の実施形態（実施形態 2）にかかるセラミックグリーンシートの加工装置の概略構成を示す図である。

【符号の説明】

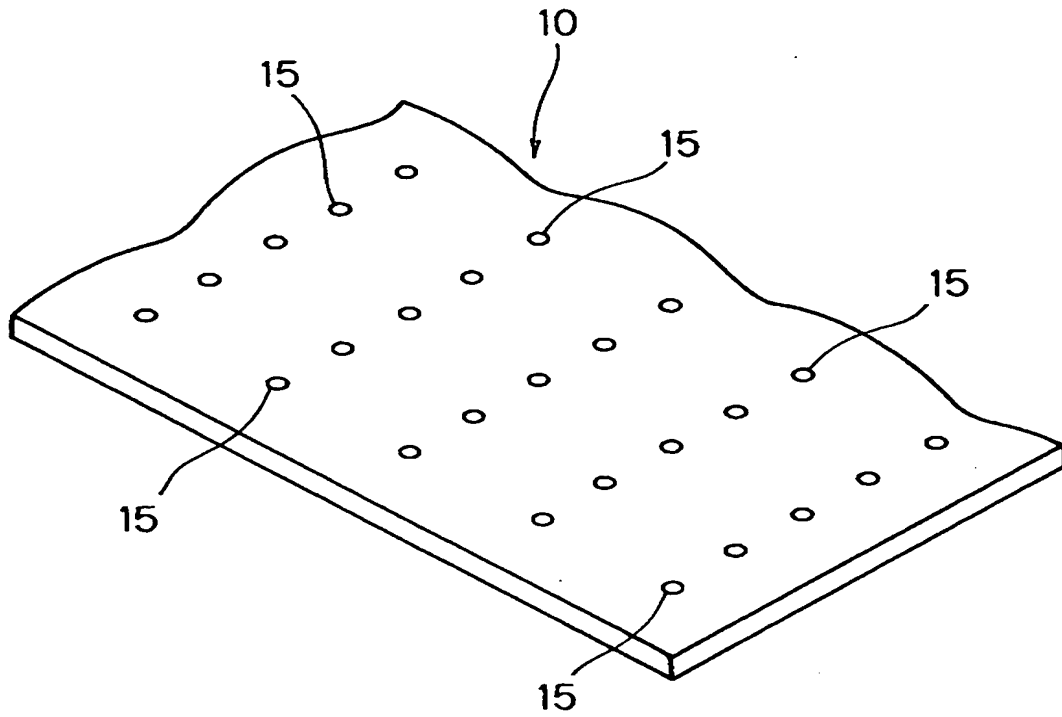
- | | |
|-----|-----------------|
| 1 | レーザー光源 |
| 2 | レーザービーム |
| 3 | 回折格子 |
| 4 | ガルバノスキャンミラー |
| 5 | 集光レンズ |
| 6 | レーザー光源駆動手段 |
| 7 | ガルバノスキャンミラー駆動手段 |
| 1 0 | セラミックグリーンシート |
| 1 1 | 支持手段（X Y テーブル） |
| 1 2 | テーブル駆動手段 |
| 1 5 | 貫通孔 |

【書類名】 図面

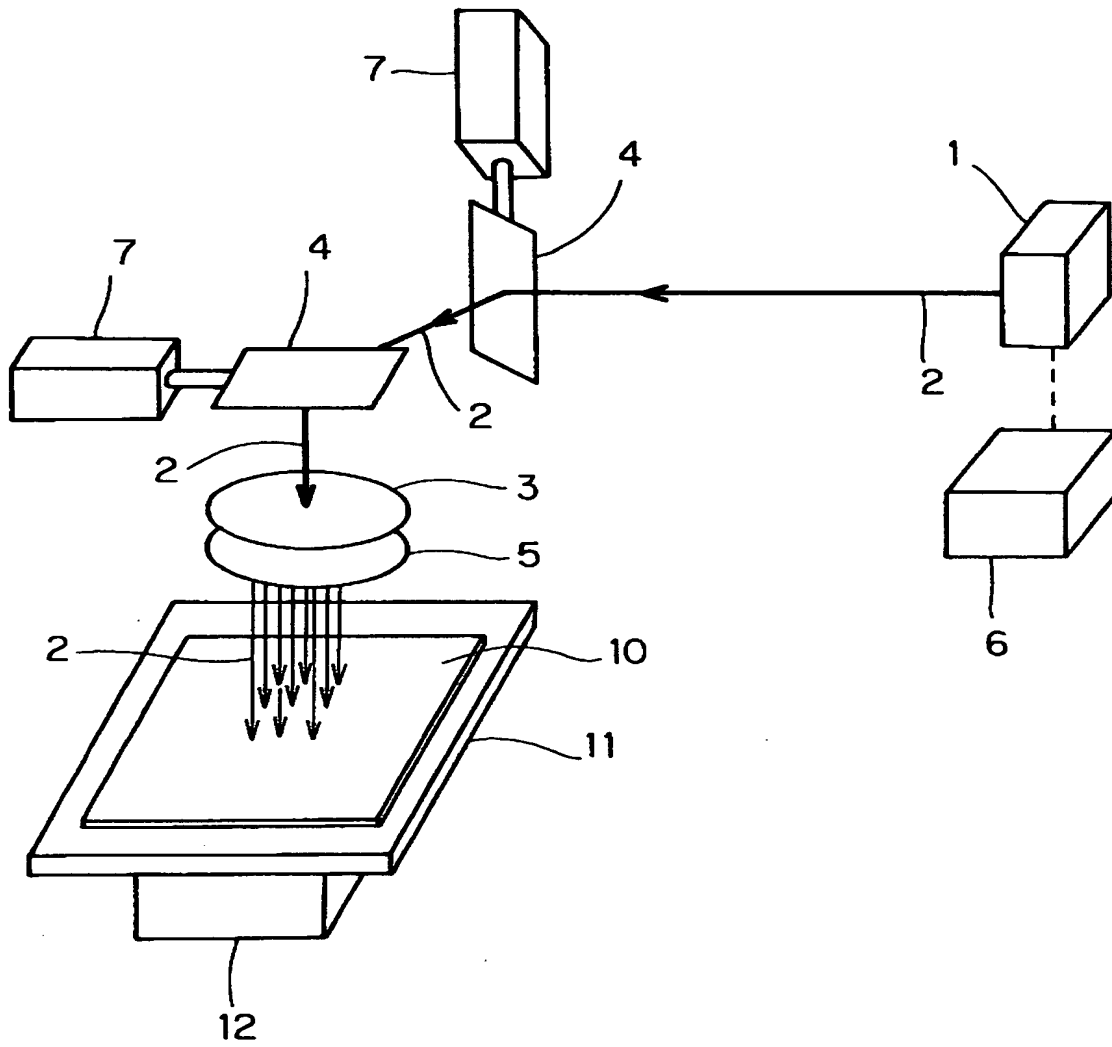
【図 1】



【図 2】



【図3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 セラミックグリーンシートに複数の貫通孔を効率よく形成することを可能にする。

【解決手段】 レーザ光源 1 から放射されたレーザビーム 2 を、回折格子 3 を通過させて複数のレーザビームに分光した後、分光されたレーザビームをセラミックグリーンシート 1 0 に照射することにより、セラミックグリーンシート 1 0 に複数の貫通孔 1 5 を同時に形成する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日
[変更理由] 新規登録
住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
氏 名 株式会社村田製作所